



TEKNILLINEN TIEDEKUNTA

TRAKTOREIDEN NOSTOLAITEKONSTRUKTIOT JA KÄYTTÖJÄRJESTELMÄT

Mikko Karisaari

KONETEKNIIKAN TUTKINTO-OHJELMA

Kandidaatintyö 2019



TEKNILLINEN TIEDEKUNTA

TRAKTOREIDEN NOSTOLAITEKONSTRUKTIOT JA KÄYTTÖJÄRJESTELMÄT

Mikko Karisaari

Ohjaaja: Mauri Haataja

KONETEKNIIKAN TUTKINTO-OHJELMA

Kandidaatintyö 2019

TIIVISTELMÄ

Traktoreiden nostolaitetekonstruktiot ja käyttöjärjestelmät

Mikko Karisaari

Oulun yliopisto, Konetekniikan tutkinto-ohjelma

Kandidaatintyö 2019, 29 s.

Työn ohjaaja yliopistolla: Mauri Haataja

Kandidaatin työni tarkoituksena oli perehtyä traktoreiden nostolaitetekniikkaan, nykyisiin konstruktioihin ja ohjausjärjestelmiin, sekä pohtia kuinka ne ovat aikojen saatossa kehittyneet. Työ suoritettiin kirjallisuusselvityksenä, ja lähteinä käytettiin alan kirjallisuutta sekä internet-lähteitä.

Harry Fergusonin kehittämä kolmipistenostolaite oli hyvin merkittävä keksintö. Se mullisti traktoreiden valmistuksen, ja teki traktorilla työskentelystä turvallisempaa, tehokkaampaa ja monipuolisempaa. Nostolaitteen toimintaperiaate on pysynyt lähes muuttumattomana näihin päiviin saakka, toisin sanoen lähes sata vuotta. Aikojen saatossa nostolaitteiden nostovoimat ovat kasvaneet, ja ohjausjärjestelmät kehittyneet. Lisäksi järjestelmiin on lisätty kuljettajan työtä helpottavia ominaisuuksia. Nykyisten traktoreiden nostolaitteet muistuttavat hyvin pitkälle toisiaan, ja suurimmat eroavaisuudet löytyvät ohjausjärjestelmistä. Kolmipistenostolaite on niin hyvin toimiva kokonaisuus, että sille tuskin löytyy korvaajaa traktorikäytössä lähiaikoina, jos koskaan.

Asiasanat: traktorit, maatalouskoneet, maanmuokkauskoneet

ABSTRACT

Three-point-hoist constructions and operating systems of tractors

Mikko Karisaari

University of Oulu, Degree Programme of Mechanical Engineering

Bachelor's thesis 2019, 29 p.

Supervisor at the university: Mauri Haataja

The purpose of my bachelor's thesis was to study the three-point-hoist technology of tractors, current constructions and operating systems and how they have evolved over time. The work was carried out in the form of a literature survey and sources were literature and internet sources.

The three-point-hoist developed by Harry Ferguson was a very significant invention. It revolutionized tractor manufacturing and made working on the tractor safer, more efficient and more versatile. The operating principle of the three-point-hoist has remained almost unchanged until today, in other words for almost a hundred years. Over time, the lifting capacity of three-point-hoist has increased, and control systems have evolved. In addition, driver-friendly features have been added to the systems. The constructions of today's tractors three-point-hoists is very similar to each other and the biggest differences are found in the operating systems. The three-point linkage is so well-functioning assembly that it is unlikely to find a replacement for it in the near future, if ever.

Keywords: tractors, agricultural machinery, soil cultivators

ALKUSANAT

Sain työskennellä vuosia maatilalla, jossa myös traktorityöt tulivat tutuiksi. Maatilan traktori oli Suomen 1960-70 -luvun vaihteen kansantraktori Massey Ferguson 165, joten oli luonnollista, että myös omaksi traktorikseni valikoitui ”massikka”, tosin uudempi, 1977 valmistettu 575 Multi-Power. Traktorissa ilmeni vika nostolaitteessa, ja vikaa selvittäessäni pääsin tutustumaan nostolaitetekniikkaan. Tästä syntyi idea perehtyä tähän hienoon konstruktion hieman syvemmin, sekä selvittää kuinka tekniikka on aikojen saatossa kehittynyt.

Aloitin kandidaatin työn tekemisen jouluna 2018, jonka jälkeen työtä on työstyetty vähän kerrallaan vajaan vuoden verran. Haluan osoittaa kiitokset työn ohjaajalle kärsivällisyydestä ja hyvistä neuvoista.

Oulu, 8.11.2019

Mikko Karisaari

Työn tekijä

SISÄLLYSLUETTELO

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

ALKUSANAT

SISÄLLYSLUETTELO

1 JOHDANTO	5
1.1 Harry Ferguson.....	5
1.2 Nostolaitteen historia	5
2 NOSTOLAITTEEN TOIMINTA	7
2.1 Yleistä hydraulikasta.....	7
2.1.1 Hydraulioöljysäiliö	7
2.1.2 Hydraulipumput.....	8
2.1.3 Putkisto	9
2.1.4 Venttiilit.....	9
2.1.5 Hydraulisylinterit.....	9
2.2 Nostolaitteen rakenne.....	10
2.3 Nostolaitteen toimintaperiaate	14
2.3.1 Asentosäätö.....	14
2.3.2 Vetovastussäätö	15
2.3.3 Vetovastuksen tunnustelu	15
2.3.4 Asento- ja vetovastussäädön toimintaperiaate.....	16
2.3.5 Nostovoiman säätö.....	16
2.4 Ohjausjärjestelmät.....	16
2.5 Etunostolaite.....	17
2.6 Työkoneiden kytkentä nostolaitteeseen	18
3 NYKYAIKAISET NOSTOLAITEKONSTRUKTIOT	20
3.1 Valtra N154.....	20
3.2 Massey-Ferguson 6715 S	21
3.3 John Deere 6145M	22
3.4 Vertailu esimerkkitraktorien välillä	22
4 YHTEENVETO	24
LÄHDELUETTELO	

1 JOHDANTO

Kandidaatin työni käsittelee traktoreiden erästä keskeisintä osaa, nostolaitetta. Kiinnitän työssäni erityisesti huomiota nostolaitteen kehitykseen, rakenteeseen ja ohjausjärjestelmiin. Aihe tuntui sopivalta, sillä samaan aikaan tehdessäni kandidaatin työtäni, tein remonttia oman traktorini nostolaitteeseen. Nostolaitteen tutkiminen suoritetaan tässä työssä kirjallisuusselvityksenä, ja myös internetiä käytetään lähteenä.

1.1 Harry Ferguson

Hydraulisen kolmipistenostolaitteen keksijänä voidaan pitää insinööri Harry Fergusonia, traktorin valmistaja Massey-Fergusonin isää. Keksintö oli suuri edistysaskel traktoreiden tekniikassa ja suunnittelussa. Nostolaite teki traktorin työkoneiden kiinnityksestä ja käytöstä tehokkaampaa ja turvallisempaa. (Morland & Henshaw 2005, s. 56)

Harry Ferguson oli maatalon poika, ja siirtyi konealalle ensin veljensä konekorjaamoon. Hän oli kiinnostunut moottoreista ja koneista ammatillisesti, että harrastustensa puolesta; hän rakensi lentokoneita ja lensi, sekä ajoi kilpaa autolla ja moottoripyörällä. (Ojanen 1997, s. 5) Ferguson toimi 1910-luvulla irlantilaisen maatalousseuran traktoritarkastajana ja lausui Henry Fordin Fordsonista sen olevan ”muuten hyvä traktori, mutta sen työkoneitten hallinta ei ole maanviljelijän tarpeita ajatellen tyydyttävällä tasolla”. Ferguson pani merkille sen ajan hinattavien kyntöaurojen puutteet; jos aura tökkäsi esimerkiksi suureen kiveen, saattoi traktori juuttua pellolle (Morland & Henshaw 2005, s. 56). Vuonna 1920 Ferguson sai valmiiksi oman, tukipyörättömän auransa ja traktorinvalmistaja Ford tarjosi tälle työpaikkaa Atlantin toiselta puolen. Harry Ferguson ei kuitenkaan ollut kiinnostunut muuttamaan, vaan oli päättänyt rakentaa oman traktorinsa. (Niskanen 1985, s. 27)

1.2 Nostolaitteen historia

Ennen kolmipistekiinnityksen keksimistä traktorin työkoneet oli varustettu tukipyörin ja traktorin tehtävä oli ainoastaan hinata niitä. Nostolaitteen keksiminen mahdollisti mm. työkoneen nostamisen päisteissä ja laskemisen jälleen alas kääntymisen jälkeen. Työkoneen nosto ja lasku tapahtuu hydraulisesti toimivien vetovarsien avulla, työntövarren ottaessa vastaan vaakasuuntaisia voimia. (Niskanen 1985, s. 133)

Vuonna 1933 valmistui Fergusonin ensimmäinen prototyyppi, jossa oli hydraulinen kolmipistenostolaite ja painonsiirtojärjestelmä, joka mahdollisti työkoneen massan siirtämisen takapyörille paremman pidon aikaansaamiseksi. Auraamisen ongelmat ratkesivat kertaheitolla, sillä nostolaitteessa oli automaattinen työsyvyyden säätö, joka nosti auraa ylöspäin menon alkaessa hyytymään. (Niskanen 1985, s. 27) Järjestelmä sai nimen *Harry Ferguson System*. Keksintö lisäsi myös turvallisuutta merkittävästi, sillä nostolaitteen geometria esti traktoria kaatumasta taaksepäin, mikä takavuosina oli vaatinut useita uhreja (Morland & Henshaw 2005, s. 56). Traktoreiden turvahytit tosin tulivat pakollisiksi Suomessa vasta 1960-luvun lopulla (Niskanen 1985, s. 192). Ferguson oli patentoinut keksintönsä jo 1928 ja ensimmäinen versio kolmipistenostolaitteesta oli nykypäivään verrattuna ylösalaisin, eli työntövarsi alhaalla, mutta Ferguson käänsi sen pian nykyiseen olomuotoonsa (Ferguson Family Museum 2018).

Seuraavaksi Ferguson tarvitsi valmistajan keksintönsä saamiseksi tuotantoon hänen itse hoitaessa markkinoinnin ja myynnin. Ensimmäiseksi yhteistyökumppaniksi valikoitui brittiläinen David Brown and Sons, joka oli 1930-luvulla vaihteistojen valmistukseen erikoistunut yhtiö. David Brown, yhtiön perustajan pojanpoika oli Fergusonin tapaan insinööri, ja ymmärsi välittömästi tämän keksinnön mahdollisuudet. Niinpä insinöörit solmivat sopimuksen, ja yhtiölle annettiin nimeksi Ferguson-Brown. ”Black tractor” eli musta traktori, lieene ollut aikansa kehittynein maataloustraktori. Sen tuotanto alkoi 1936, mutta myynti jäi kuitenkin kehnoksi. Sitä pidettiin kalliina ja sen lisäksi täytyi hankkia uuteen nostolaitteeseen sopivia työkoneita. Fergusonin ja Brownin yhteistyö ei sujunut, joten hän otti yhteyttä Henry Fordiin ja kuljetti traktorinsa Atlantin yli kertomatta Brownille. Ferguson ja Ford sopivat kuuluisan kädenpuristus sopimuksen, ja ensimmäinen Ferguson-järjestelmällä varustettu Ford 9N valmistui 1939. Sen valmistus jatkui Henry Fordin kuolemaan saakka 1947, jonka jälkeen Ford vetäytyi sopimuksesta Fergusonin kanssa. Sopimuksesta vetäytyminen maksoi Fordille miljoonia dollareita raivostuneen Fergusonin nostettua kanteen Fordia vastaan. Sen jälkeen Ferguson alkoi valmistaa omaa TE-20 malliaan, nk. harmaa-Fergua. Seuraavaksi Ferguson yhdisti voimansa kanadalaisen traktorinvalmistaja Massey-Harrisin kanssa vuonna 1953, josta syntyi traktorijätti Massey-Ferguson. (Niskanen 1985 s. 27, Morland & Henshaw 2005 s. 31, 56-59)

2 NOSTOLAITTEEN TOIMINTA

Nostolaite on tyypillinen hydraulikkapiiri, eli yksinkertaistetusti siihen kuuluu hydraulipumppu, öljysäiliö, venttiilit ja nostosylinteri. Työkäytössä tarvitaan kuitenkin monipuolisia säätöjä, kuten asento-, vetovastus-, sekoitus- sekä nostovoimansäätöjä. (Niskanen & Tiainen 1992, s. 98-99)

2.1 Yleistä hydraulikasta

Hydraulikka on voimansiirtoa nesteen välityksellä. Hydraulipumppu muuttaa mekaanista energiaa paineeksi ja öljyn virtaukseksi, eli hydrauliseksi energiaksi. Nesteen paine vaikuttaa tasaisesti hydraulijärjestelmässä kaikkialle, putkien, letkujen, sylintereiden ja mäntien seinämiin. Hydraulikassa avainasemassa on nesteen kokoon puristumattomuus, jota todellisuudessa kuitenkin hieman tapahtuu, mutta sillä ei ole juurikaan merkitystä. Tämä periaate mahdollistaa hydraulikan suuret voimat. Kun neste tulee pinta-alaltaan esim. kymmenkertaiseille pinta-alalle, on myös pintaan kohdistuva voima kymmenkertainen. Toimilaitteilla, esim. sylintereillä hydraulinen energia muutetaan takaisin mekaaniseksi energiaksi tekemään haluttua työtä. (Aula & Mikkonen 2008, s. 10-11)

2.1.1 Hydraulioöljysäiliö

Traktoreissa hydraulioöljysäilönä toimii traktorin taka-akselistoon konstruoitu nostolaitteen kotelo, joka valmistajasta riippuen voi olla erillinen tai yhteinen tila vaihteiston kanssa. Tämä tarkoittaa, että hydraulikalle on joko oma öljynsä, tai että se käyttää traktorin voimansiirron kanssa yhteistä öljyä. Säiliötä tarvitaan hydraulikassa öljyn jäähdyttämiseen, sen riittävän määrän takaamiseen ja ”rauhoittamiseen”, mikä estää öljyn vaahtoutumista ja pyörteilyä. Hydraulioöljyn tulee olla riittävän juoksevaa myös kylmällä säällä, mutta toisaalta riittävän sakeaa vuotojen estämiseksi. Yleisesti traktoreissa käytetty SAE 10W30 öljy sopii hyvin hydraulioöljyksi. Jos öljy on voimansiirron kanssa yhteinen, täytyy huolehtia esim. öljykylpyisten jarrujen vaatimasta lisäaineistuksesta valmistajan ohjeiden mukaisesti. Hydraulioöljysäiliössä tai ennen pumppua on myös imusuodatin tai -siivilä, joka estää epäpuhtauksien pääsyn pumppuun. (Niskanen & Tiainen 1992, s. 94-95)

2.1.2 Hydraulipumput

Hydrauliikkapumput voidaan jakaa niiden tuottaman paineen perusteella matala- tai korkeapainepumppuihin. Toinen tapa on ryhmitellä pumput niiden toimintatavan mukaan, joista yleisimmät ovat hammaspyöräpumput ja aksiaalimäntäpumput. (Aula & Mikkonen 2008, s.64) Muita pumpputyyppejä voivat olla säteismäntäpumput sekä siipipumput. Traktoreiden hydraulijärjestelmien maksimipaineet ovat valmistajasta riippuen luokkaa 160-210 bar (Niskanen 1985, s. 121).

Yleisin hydraulipumpputyyppi traktoreissa on hammaspyöräpumppu. Hammaspyöräpumppu muodostuu kahdesta tiiviisti pesässään pyörivästä hammaspyörästä. Öljyn siirtyminen tapahtuu imupuolelta painepuolelle pesän seinämän ja hampaiden välistä, jolloin hampaiden kosketus estää öljyn pääsyn takaisin imupuolelle. Hammaspyöräpumppu on yksinkertaisen rakenteensa vuoksi luotettava, mutta häiriöttömän toiminnan kannalta on tärkeää välttää pumpun imusiivilän tukkeutuminen sekä liian paksujen öljyjen käyttö kylmällä säällä. Hammaspyöräpumppu voi olla myös kaksoispumppu, jolloin on asennettu kaksi pumppuyksikköä peräkkäin. Yleensä hammaspyöräpumpun tuotto ilmoitetaan yhtä kierrosta kohti, eli se on tyypillinen vakioilavuuspumppu. (Niskanen & Tiainen 1992, s. 95)

Myös siipipumppu on yleensä vakioilavuuspumppu. Siinä pumpun pesään on sijoitettu epäkeskeisesti roottori, johon on kiinnitetty siivet. Siivet tiivistyvät pesän pintoihin öljynpaineella tai jousivoimalla. Öljy siirtyy imupuolelta painepuolelle siipien välissä, kun tilavuus siipien välissä pienenee roottorin epäkeskeisyyden takia. Siipipumppu voidaan toteuttaa myös muuttuvatilavuuksisena, mikä tapahtuu roottorin epäkeskeisyyttä muuttamalla. (Niskanen 1985, s. 122)

Aksiaalimäntäpumpuissa pyörivän akselin käyttämä kieppulevy saa aikaan pumpun mäntien edestakaisen liikkeen. Männät on kiinnitetty kieppulevyyn pallonivelin. Kyseessä on säätötilavuuspumppu, jos kieppulevyn kulmaa voidaan vaihtaa käyttävään akseliin nähden. Säätötilavuuspumpun tuotto on nolla, kun kieppulevy on suorassa kulmassa käyttävään akseliin nähden, tuoton noustessa portaattomasti kieppulevyn kulmaa muutettaessa. Radiaalimäntäpumpuissa mäntiä työnnetään ulospäin pumpun akselilla sijaitsevalla epäkeskolla, ja mäntien palautus tapahtuu jousen avulla. (Niskanen & Tiainen 1992, s. 96, Niskanen 1985, s. 121)

Perinteisesti traktoreissa on käytetty avointa hydraulikkajärjestelmää, kun pumput ovat vakiotilavuuspumppuja. Tämä tarkoittaa, että kun pumpun tuottoa ei tarvita, ohjataan virtaus vapaalle kierrolle. Tässä tapauksessa paine on pieni ja tilavuusvirta vakio, jolloin paine nousee kuormituksen mukaan. Käytettäessä säätötilavuuspumppuja, hydraulijärjestelmä on suljettu. Tällöin paine pysyy vakiona, ja tilavuusvirtaa muutetaan tarpeen mukaan. Avoimesta ja suljetusta hydraulijärjestelmästä on myös yhdistelmä, ns. kuormantunteva järjestelmä. (Niskanen & Tiainen 1992, s. 101)

2.1.3 Putkisto

Hydraulipumpun tuottama tilavuusvirta johdetaan venttiileille ja toimilaitteille putkistoja pitkin. Varsinkin, kun toimilaitteiden sijainnit ovat kiinteät, käytetään teräsputkia. Liikkuvissa osissa taas käytetään hydrauliletkuja, jotka ovat teräskudoksella vahvistettua synteettistä kumia. Putkien ja letkujen liitoksissa käytetään valmistajakohtaisia tai standardiputkiliittimiä. (Niskanen & Tiainen 1992, s. 96)

2.1.4 Venttiilit

Venttiileillä ohjataan pumpun tuottaman virtauksen suuntaa, määrää ja painetta. Suuntaventtiiliä käytetään ohjaamaan virtausta halutulle toimilaitteelle (esim. hydraulisyylinteri). Venttiilin ollessa vapaassa asennossa, virtaus menee venttiilin ohi. Ääriasennoissaan se taas ohjaa virtausta sylinteriin ja sieltä pois. Vastaventtiili eli takaiskuventtiili taas päästää virtausta vain yhteen suuntaan. Paineenrajoitusventtiilit estävät järjestelmän liian suuren paineen. Paineen noustessa liian suureksi, venttiilin jousikuormitteinen kara painuu kasaan ja ohjaa virtausta takaisin säiliöön. (Niskanen & Tiainen 1992, s. 97) Virtaventtiilit tai virransäätöventtiilit muuttavat öljyn tilavuusvirtaa kuristamalla tai jakamalla tilavuusvirtaa toisiin toimilaitteisiin. Yleensä venttiilit ovat päätyyppien yhdistelmiä ja muunnelmia, esim. virransäätöventtiili voi pitää sisällään myös paineensäätöventtiilin ja vastaventtiilin. Venttiilien hallinta voi tapahtua mekaanisesti, pneumaattisesti, hydraulikalla tai sähköisesti. Venttiilit yhdistettynä sähköiseen hallintaan mahdollistavat monimutkaistenkin toimintojen automatisoinnin työkoneissa. (Aula & Mikkonen 2008, s. 13)

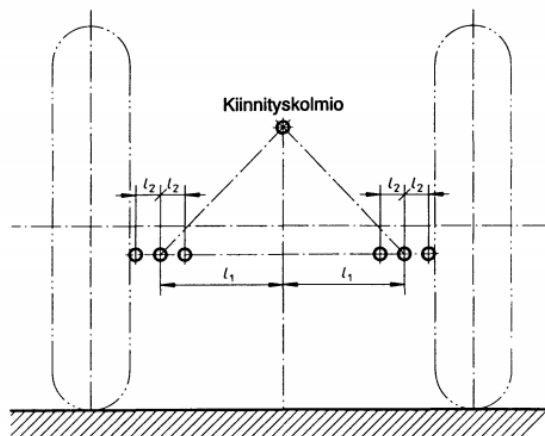
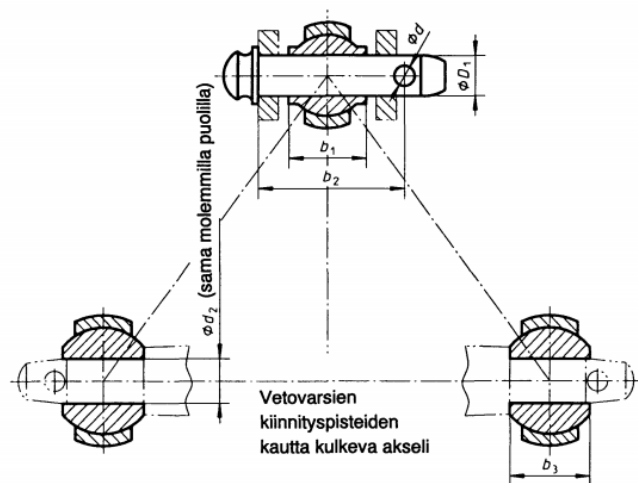
2.1.5 Hydraulisyylinterit

Hydraulisyylinterillä pumpun tuottama tilavuusvirta muutetaan takaisin mekaaniseksi työksi. Sylinteri koostuu itse sylinteristä, männästä, sen varresta ja tiivisteistä.

CAT 2 ja CAT 3, joista jälkimmäinen on yleistynyt traktorien tehojen kasvaessa. Kokoluokkien mitat on esitetty taulukossa 1 ja määritelmät kuvassa 2.

Taulukko 1. Kolmipistekiinnityksen mitat kokoluokittain (SFS 1996).

Kokoluokka	1	2	3	4
Voimanulosotto- akseliteho [kW]	≤ 48	≤ 92	80 ... 185	150 ... 350
D_1 [mm]	19	25,5	31,75	45
b_1 [mm]	44	51	51	64
b_2 [mm]	76	93	102	140
d_2 [mm]	22,4	28,7	37,4	51
b_3 [mm]	35	45	45	57,5
l_1 [mm]	359	435	505	610 tai 612
l_2 [mm]	100 min	125 min	130 min	130 min

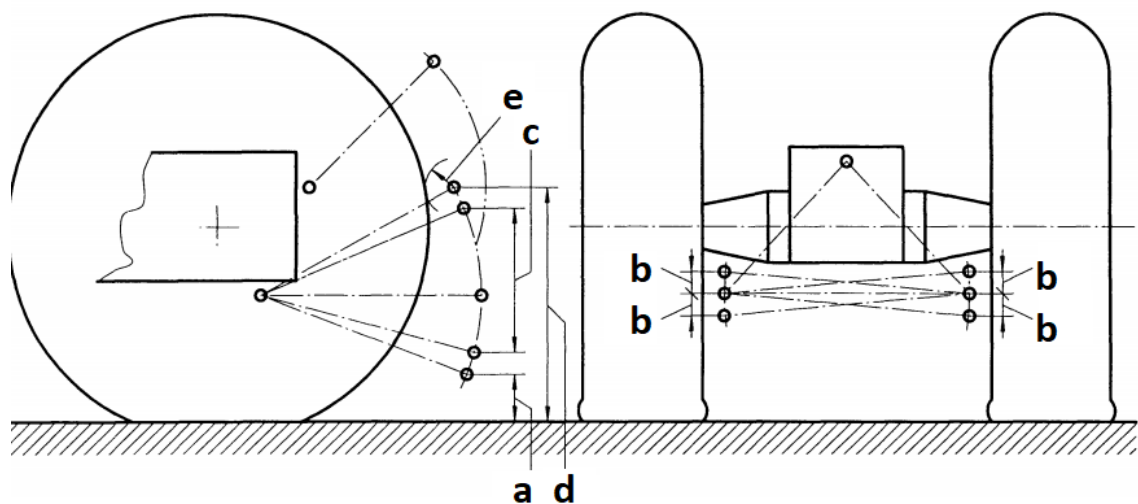


Kuva 2. Traktorin kolmipistekiinnityksen mittojen määritelmät (SFS 1996).

Kolmion geometriset mitat on standardoitu melko tarkkaan, mutta traktoreissa sekä työlaiteissa on monipuoliset säätömahdollisuudet. Nostolaitteen nostovoima ei ole vipusuhteista ja -kulmista johtuen vakio koko nostoalueella. Myös työntövarren pituudella ja nostolaitteeseen kiinnitetyn työkonteen massakeskipisteen sijainnilla on alentava vaikutuksensa nostovoimaan, mitä kauempana massakeskipiste sijaitsee, sitä pienempi on nostovoima. (Niskanen 1985, s. 154) Standardin mukaiset nostolaitteen nostoalueet ja säätövarat kokoluokittain on esitetty taulukossa 2 ja niiden määrittelyt kuvassa 3. Taulukossa 2 kokoluokka 4 on jaettu kahteen osaan. 4L kokoluokan mitat koskevat traktoreita, joiden voimanottoakseli sijaitsee taka-akselin keskilinjan alapuolella, ja 4H kokoluokan mitat traktoreita, joiden voimanottoakseli sijaitsee taka-akselin keskilinjan yläpuolella. Kuvaan 3 merkitty mitta a tarkoittaa vetovarsien kiinnityspisteiden alinta asentoa, b vetovarren korkeussäätöaluetta, c nostoaluetta, d kuljetuskorkeutta ja e vetovarsien kiinnityspisteiden vapaata tilaa.

Taulukko 2. Nostolaitteen nostoalueet ja säätövarat (SFS 1996).

Kokoluokka	1	2	3	4L	4H
a [mm]	200 max	200 max	230 max	230 max	230 max
b [mm]	100 min	100 min	125 min	150 min	150 min
c [mm]	610 min	650 min	735 min	760 min	900 min
d [mm]	820 min	950 min	1065 min	1200 min	1200 min
e [mm]	100 min	100 min	100 min	100 min	100 min



Kuva 3. Nostoalueiden ja säätövarojen määritelmät (mukaiillen SFS 1996).

Tavallisesti nostolaite on konstruoitu traktorin taka-akselin päälle toimien samalla voimansiirtoakselin kantena. Hydraulipumppu taas on konstruoitu yleensä taka-akselin sisään voimansiirron yhteyteen, ja nostosylinteri nostolaitekanteen. Uudemmissa traktoreissa nostovoimien kasvamisen takia on siirrytty käyttämään nostosylinterin sijasta kahta ulkopuolista sylinteriä. Aiemmin nostovoiman lisäämiseen käytettiin nostosylinterin rinnalla apusylinteriä, joka kiinnitettiin toiseen nostovarteen. (Niskanen 1985, s. 139-140)



Kuva 4. Massey-Ferguson 575 Multipower -traktorin hydraulipumppu kuvattuna akselin molemmista päistä.

Kuvassa 4 esitetty traktorin nostolaitteen hydraulipumppu on radiaalimäntätyyppinen vakiotilavuuspumppu. Tässä pikavaihteella varustetussa traktorissa muulle hydraulikalle on oma hydraulipumppunsa, mutta niiden tuotto voidaan yhdistää kolmitieventtiilillä ulkopuolisen hydraulikan käyttöä varten. Kuvan hydraulipumppu saa käyttövoimansa traktorin voimanottoakselilta. Kuvaan on numeroitu hydraulipumpun imupuoli traktorin taka-akselin öljytilasta (1), painelähtö kolmitieventtiilille (2), mäntiä käyttävä epäkesko (3), paineensäätöyksikkö (4) ja nostoventtiilin käyttövipu (5). Kuvassa 5 on saman traktorin nostolaitteensa esitettynä sisäpuoleltaan. Kuvaan on numeroitu nostosylinteri (1), työntövarsitunnustelija (2) ja nostolaitteepumpun hallintavivusto (3). Paineliitäntä nostosylinteriin tulee kolmitieventtiililtä, joka on konstruoitu nostolaitteikannen ulkopintaan.



Kuva 5. Massey-Ferguson 575 Multipower -traktorin nostolaittekansi ja nostosylinteri.

2.3 Nostolaitteen toimintaperiaate

Nostosylinterin liike muutetaan kiertoliikkeeksi nostoakselin eli tasausakselin avulla. Nostoakselin päissä sijaitsevat nostovarret, joihin kiinnittyvät nostotangot liikuttavat vetovarsia ylös/alas-suunnassa. Työntövarsi ei osallistu tähän liikkeeseen, vaan sille on oma korvallisensa traktorin takasillassa. (Niskanen & Tiainen 1992, s. 104)

Toisessa nostotangossa on vanhemmissa traktoreissa tyypillisesti kierre ja kampi, joilla voidaan säätää työkoneneen kaltevuutta. Tätä ominaisuutta tarvitaan tavallisesti kynnössä. Myös toisessa nostotangossa on kierre, jonka avulla vetovarsi voidaan säätää laskemaan tavallista ylemmäksi tai nousemaan tavallista korkeammalle. Nykyään kaltevuudensäätö on toteutettu hydraulisesti, ja myös vanhempiin traktoreihin on saatavana jälkiasenteisia hydraulisia kaltevuudensäätöjä. (Niskanen & Tiainen 1992, s. 105)

Työkoneneen sivuttaisliike kiinnitettynä kolmipistelaitteeseen saadaan estettyä sivurajoittimilla. Yleensä ne ovat teleskooppityyppiset, jotka lukitaan laitamalla tappi sopivimpaan reikään kappaleiden muodostamasta reikäjonosta. Aina kuitenkin sivulukitus ei saa olla liian jäykkä, sillä se saattaa häiritä vetovarsitunnustelun toimintaa kynnettäessä, kun aura ei pääse hakeutumaan vapaasti traktoriin nähden. (Niskanen & Tiainen 1992, s. 105)

2.3.1 Asentosäätö

Alun perin traktoreissa ei ollut asentosäätöä laisinkaan, vaan käsisuuntaventtiilillä ohjattiin työn vaatimuksien mukaan haluttu öljymäärä. Asentosäätö onkin kehitetty vetovarsien korkeudensäädön helpottamiseksi. Tiettyä nostolaitteen säätövivun asemaa vastaa tietty vetovarsien korkeus, ja tämä helpottaa esim. työsyvyyden säätöä päisteajon

jälkeen. Säätimelle voidaan asettaa rajoitin työasentoon, jolloin vietäessä vipu rajoittimelle työkonelaskentuu automaattisesti ennalta määrättyyn asentoon. Vaikka hydraulijärjestelmässä olisi vuotoja, asentosäädön takaisinkytkentävivusto korjaa asennon oikeaksi. Asentosäätöä voidaan kutsua myös kiintosäädöksi ja siihen liittyy myös sen ongelma; suoritettaessa kyntöä epätasaisella pellolla myös työsyvyys vaihtelee suuresti. (Niskanen & Tiainen 1992, s. 98, Niskanen 1985, 133-134)

2.3.2 Vetovastussäätö

Vetovastussäädöllä pyritään poistamaan pelkän asentosäädön ongelma eli työsyvyyden vaihtelu. Se säätelee muokkauskoneen syvyyttä niin, että vetovastus säilyy tasaisena, joka aikaansaa tasaisen työsyvyyden tasalaatuisella ja epätasaisella maalla. Tasaisella maalla taas työsyvyys saattaa vaihdella, jos maan laatukin vaihtelee. Tämä ongelma on ratkaistu yhdistämällä asentosäätö ja vetovastussäätö eli on saatu ns. sekoitussäätö.

Jos esim. auran tökätessä kiveen vetovastus kasvaa suuremmaksi kuin hallintalaitteista on määrätty, nostaa järjestelmä työkonetta ylöspäin. Tällöin osa muokkauskoneen massasta siirtyy traktorin taka-akselille, jolloin traktorin vetokyky paranee. Tässä on kyse painonsiirrosta. Jatkuva painonsiirto taas tarkoittaa, että työkonetta ei lasketakaan korjausliikkeen jälkeen alas, jolloin sylinteriin jäävä paine pitää työkonetta kannatuksella. (Niskanen & Tiainen 1992, s. 98-99, Niskanen 1985, s. 134-135)

2.3.3 Vetovastuksen tunnustelu

Aikaisemmin traktoreissa käytettiin työntövarsitunnustelua, joka perustuu työntövarren yhteyteen liitetyn jousen liikkeisiin. Se toimi hyvin vielä pienemmillä yksi tai kaksisiipisillä auroilla, mutta traktoreiden tehojen kasvaessa lisääntyivät myös aurojen siipimäärät. Nelisiipinen aura on jo niin pitkä etenemissuunnassaan, että sen työntövarteen kohdistamat voimat käyvät epämääräisiksi. Tällöin luotettavampi keino mitata vetovastusta on suoraan vetovarsista. Yhdistämällä vetovarsien päät tangolla, ja mittaamalla sen taipumaa saatiin vetovoima selville. Sittemmin nostolaitteen säädössä on siirrytty elektroniikan hyväksikäyttöön, jolloin vetovastusta voidaan mitata anturein. (Niskanen 1985, s. 137, Niskanen & Tiainen 1992, s. 103)

2.3.4 Asento- ja vetovastussäädön toimintaperiaate

Asentosäädöllä vaikutetaan nostolaitteen suuntaventtiiliin. Kun nostolaitetta halutaan nostaa, venttiili ohjaa pumpun tuottamaa tilavuusvirtaa nostosylinteriin, ja kun nostolaitetta lasketaan, toiminta on päinvastainen. Kun nostolaite on tehnyt halutun liikkeen, nostoakseliin kytketty vipu palauttaa venttiilin takaisin neutraaliasentoonsa, jolloin sylinteri on lukittuna pitoasentoon. Nykyaikaisissa traktoreissa asentotieto saadaan asentoanturilta. Myös vetovastussäädön tunnustelu vaikuttaa samalla tavalla suuntaventtiiliin. Vetovastuksen tunnusteluherkkyys on säädettävissä. Yhdistämällä asentosäädön takaisinkytkentä ja vetovastuksen tunnustelu, saadaan sekoitussäätö. Yleensä sekoituksen suhde on valittavissa puhtaasta asentosäädöstä puhtaaseen vetovastussäätöön. (Niskanen 1985, s. 137-139)

2.3.5 Nostovoiman säätö

Nostovoiman säätöä kutsutaan myös paineensäädöksi. Sen avulla voidaan nostaa vetovarsia vakiovoimalla, joka on merkittävästi maksiminostovoimaa pienempi. Myös nostolaitteen laskunopeutta voidaan säätää, esim. tapaus, jossa vetovarret halutaan yläasennosta mahdollisimman äkkiä alas työkoneen kytkemistä varten. Tämä voidaan toteuttaa yksinkertaisesti nostosylinteristä säiliöön palaavan virtauksen kuristamisella. (Niskanen 1985, 135)

2.4 Ohjausjärjestelmät

Alun perin nostolaitteen ohjaus oli toteutettu mekaanisesti erilaisin vipusysteemein. Tässä haittapuolena ovat kuitenkin kitkavoimat, sekä välysten aiheuttamat epätarkkuudet säätöön. Ensimmäiset nostolaitteen elektroniset säätöjärjestelmät tulivat markkinoille 1980-luvulla, ja ovat tätä nykyä vallitseva säätötapa.

Elektronisessa säädössä kuljettaja voi valita hallintapaneelista nostolaitteen asetusarvot, joita ajotietokone pyrkii noudattamaan. Ajotietokone saa tietoa työsyvyydestä asentoanturilta, sekä vetovastuksesta esim. vetovarren tapista, jonka sisällä oleva virtapiiri reagoi tappiin kohdistuviin leikkausjännityksiin. Antureilta saatujen jännitesignaalien avulla ajotietokone ohjailee nostolaitetta hallintaventtiilin sisältämillä solenodeilla. Ajotietokone myös vertailee traktorin todellista kulkunopeutta ja teoreettista

nopeutta voimansiirrossa, joiden perusteella se tunnistaa luiston, ja tarpeen mukaan korjaa työkoneen asentoa.

Elektronisella ohjauksella on voitu helpottaa kuljettajan työtä merkittävästi. Traktorin hallintapaneelistä tai ajotietokoneesta voidaan säätää esim. haluttu työsyvyys ja yläasento, laskunopeus tai vetovastuksen herkkyys. Elektroninen säätö on myös mahdollistanut työkoneiden kytkemistä helpottavat säätöpainikkeet traktorin ulkopuolelle. (Niskanen & Tiainen 1992, s. 103)

Tiedonsiirto nykytraktoreissa tapahtuu väyliä pitkin, jolle on omat standardinsa (esim. ISO 1939). Väyläohjaus on mahdollistanut myös traktorin ja työkoneen välisen ”keskustelun”, jolle on standardit esim. DIN 9684 ja ISO 11783. Kehittyneet ohjausjärjestelmät ja seurannat ovat mahdollistaneet myös tiedonkeruun, dokumentoinnin ja tiedonsiirron tapahtuvasta työstä. Tällä on paljon tehostavia vaikutuksia myös peltoviljelyssä, esim. ravinteiden käytön tehostamisessa, kasvinsuojelussa ja ympäristökuormitusten seurannassa. Mittaus- ja säätötekniikalla voidaan myös helpottaa työtä ja parantaa tarkkuutta, riskinhallintaa ja tuotannon tiedonkeruuta erilaisin valvontajärjestelmin. Automaation tarve tilakokojen kasvaessa lisääntyy. (Manni ym. 2009, s. 81-83)

2.5 Etunostolaite

Etunostolaitteet alkoivat yleistyä Euroopassa 1980-luvulla nelivetoisissa maataloustraktoreissa, ja on sittemmin nostattanut suosiotaan myös Suomessa. Ne ovat nykyäänkin vielä lisävarusteita lähes kaikissa traktorimalleissa suurimpia mallisarjoja lukuun ottamatta. Nostolaitepakettiin kuuluu yleensä myös etuvoimanotto, joka saa käyttövoimansa suoraan kampiakselilta. Voimanoton kytkentä voi olla mekaaninen, hydraulinen tai sähkömagneettinen. Hydrauliikkaa hallitaan joko traktorin työlaitelohkolta tai se on integroitu osaksi koneen omaan ohjaussysteemiin.

Etunostolaitteella pyritään yleensä saamaan kaksi työvaihetta yhteen ajokertaan. Tällöin esimerkiksi eteen sijoitettu harava kokoaa karhon perässä vedettävälle paalaimelle. Edessä käytettävät työkoneet ovat yleensä kevyitä, joten etunostolaitteen nostoteho on alhaisempi kuin takanostolaitteen. Uusissa traktoreissa etunostolaitteen nostokyky on

välillä 1000 - 5500 kilogrammaa vetovarsien päistä mitattuna. Työlaitteen kiinnitys on joko CAT I, II tai III.

Etunostolaitteita on sekä tehdas- että jälkiasenteisia. Jälkiasenteiset ovat yleensä pulttikiinnitteisiä, kun taas tehdasasenteiset on integroitu traktorin runkoon valmistusvaiheessa, jolloin sylintereille ja nostovarsille on valmiina tarvittavat korvakkeet. Valtroiin integroitu eturunko tuli 2012, ja sittemmin etunostolaitteen on saanut myös kääntyvänä LHLinkkinä. Vaikka traktorinvalmistajat ovat siirtyneet integroituihin ratkaisuihin, ovat pulttikiinnitteiset yhä yleisiä niiden helpon jälkiasenteisuuden takia. Jälkiasenteiset ovat myös hinnaltaan alhaisempia, edullisimpien vaihtoehtojen ollessa kilpailukykyinen vaihtoehto myös etupainoille. (Niskanen 1985, s. 163, Knaapi 2017, s. 30-31)

2.6 Työkoneiden kytkentä nostolaitteeseen

Traktorin nostolaitteeseen kytkettäviä työkoneita ovat esim. aurat, äkeet, kylvökoneet, lannoitteenlevittimet, niittokoneet, niittomurskaimet, pöyhimet ja haravat, paalaimet, silppurit ja istutuskoneet. Näistä auroilla tapahtuvaa kyntöä pidetään maanmuokkauksen perustana, ja sen vaatimukset olivatkin perustana nostolaitteen kehitykselle. (Pokkinen & Tiainen 1988, s. 21)

Aiemmin traktorin vetovarsien ja työntövarren päissä oli pallonivelet. Työkonetta kytkettäessä traktorin kiinnityskolmio peruutetaan mahdollisimman lähelle työkoneen kiinnitystappeja, jolloin traktorin vetovarsien pallonivelet päästään pujottamaan työkoneen kiinnitystappeihin. Kiinnitys voidaan varmistaa sokilla, ja viimeisenä kiinnitetään työntövarsi.

Traktoreiden ja työkoneiden muuttuessa raskaammiksi, kytkentää helpottamaan kehitettiin pikakytkimet eli kuulakytkimet, jotka mahdollistivat työkoneen kytkemisen jopa ilman käsin koskemista. Pikakytkimissä aikaisempi pallonivel on korvattu U-kirjaimen muotoiseksi kouraksi, jonka sisäpinta on kovera pallopinta. Kuulakytkin sisältää salpalukitsimen, joka lukitsee työkoneen korvallisissa olevat pallot paikalleen, ja samalla mahdollistaa kytkennän nopean irrottamisen. Pikakytkentä siis vaatii, että työkoneen kiinnitystappeihin on sijoitettu pallot.

Hyvin usein kytkeminen vaatii kuitenkin kuljettajan poistumisen traktorista, jolloin nykytraktoreissa esiintyvät ulkopuolelle esim. takalokasuojaan kiinnitetyt nostolaitteet säätöpainikkeet auttavat kytkemistä merkittävästi tehden siitä samalla myös turvallisempaa. Lisäksi työkoneiden kytkentää helpottavat nykyiset teleskooppiset vetovarret, sekä työntö- ja nostovarren hydraulinen säätö. (Niskanen 1985, s. 158-160, Niskanen & Tiainen 1992, s. 106-107)

3 NYKYAIKAISET NOSTOLAITTEKONSTRUKTIOT

Tässä esittelen kolmen eri traktorivalmistajan nostolaitteiden eroavaisuuksia nelisylinteristen ja moottoriteholtaan noin 110 kilowattisten traktorien luokassa. Tämän kokoluokan traktorit ovat kompaktin kokoisia, ja niissä on runsaasti suorituskykyä kokoonsa nähden, mikä tekee niistä suosittuja useaan käyttökohteeseen. Tehoa on riittävästi auran vetoon, ja ketteryys riittää myös paalienkäsittelyyn, minkä vuoksi tämän kokoluokan traktorit varustetaan usein etukuormaajin (Valtra Oy Ab 2019).

3.1 Valtra N154

Valtran N154 on N-sarjan toiseksi tehokkain traktori moottoritehon ollessa 114 kW ja lisäteholla 121 kW. Traktorin massa täysillä tankeilla on noin 6300 kg varustetasosta riippuen. Takanostolaitteen maksiminostovoimaksi on ilmoitettu 78 kN, mikä vastaa noin 7950 kilogramman massaa ja maksiminostoaalueeksi vetovarsien ala- ja yläasennon välille 862 mm. Lisävarusteena saatavan etunostolaitteen maksiminostovoima on 47 kN eli noin 4800 kg.

Hydraulijärjestelmä on avoin Hitech- ja Hitech & Hitrol -varustetasolla, jolloin hydraulipumpun tuotto on 73 tai 90 litraa minuutissa. Active-, Versu- ja Direct-varustetasolla hydraulijärjestelmä on kuormantunteva, ja pumpun tuotto on varustetason mukaan 115, 160 tai 200 l/min. (Valtra Oy Ab 2019)

Hitech- ja Active- malleissa nostolaitteen säädöt tapahtuvat oikean sivupaneelin kierrettävistä kytkimistä. Niistä voidaan säätää nostolaitteen maksimilaskunopeus, maksiminostokorkeus, vetovastussäätö ja heilahduksenvaimennus. Vetovastussäätö on kahdeksanasentoinen, ja muulloin kuin kynnettäessä se on syytä pitää P-asennossa, jolloin se ei ole käytössä. Nostolaitteen nosto ja lasku tapahtuu samasta paneelistä löytyvällä keinukytkimellä. Nosto- ja laskupainikkeet löytyvät myös takalokasuojasta työkoneneen kytkennän helpottamiseksi. (Marko Niemi 2019a)

Versu- ja Direct- malleissa traktorin säädöt tapahtuvat SmartTouch -käsinojasta ja 9 tuumaisesta kosketusnäytöstä. Käsinojassa on nostolaitteen nosto- ja laskupainikkeet kosketuslevyllä ja ajovivussa. Haluttu nostolaitteen ala-asento säädetään käsinojan portaattomasta vivusta. Painettaessa nostolaitteen laskupainiketta, laskeutuu nostolaite

automaattisesti tähän säädettyyn korkeuteen. Lisäksi nostolaitteen hallinta voidaan kosketusnäytön kautta ohjelmoida esimerkiksi käsinojan joystickiin tai kolmelle eri muistipaikalle. Nostolaitteen parametreja muutetaan kosketusnäytöltä, josta säädetävissä on maksiminostokorkeus, nosto- ja laskunopeus, heilahduksenvaimennus ja kynnettäessä vetovastussäätö ja luistonrajoitus, joka vertaa traktorin voimansiirron teoreettista nopeutta ja tutkan mittaamaa todellista nopeutta. (Marko Niemi 2019b)

3.2 Massey-Ferguson 6715 S

Massey-Fergusonin 6700 S- mallisarja vastaa pitkälle Valtran N-sarjaa. 6715 S- mallin moottoriteho on 110 kW ja lisäteholla 129 kW. Traktorin ilmoitettu vähimmäispaino on 5750 kg. Takanostolaitteen suurin nostovoima kilogrammoina on voimansiirtoversiosta riippuen 7100 (Dyna-4), 8100 (Dyna-6) ja 9600 (Dyna-VT). IFLS etunostolaite on saatavana lisävarusteena, ja sen nostokyky vetovarsien päistä mitattuna on 3200kg.

Traktorin saa sekä avoimella että suljetulla hydraulijärjestelmällä. Dyna-4 ja Dyna-6 versiot on saatavana avoimella järjestelmällä 58 l/min tuottavalla pumpulla ja 100 l/min tuottavalla kaksoispumpulla sekä suljetulla järjestelmällä 110 l/min tuotolla (kuormantunteva). Portaattomalla vaihteistolla varustetussa Dyna-VT:ssä on aina kuormantunteva järjestelmä, jolloin pumpun tuotto on vakiona 110 l/min ja lisävarusteena 190 l/min. Järjestelmien enimmäispaine on 200 bar.

Nostovarret ovat CAT 3 tyyppiä. Nostolaitteessa automaattiset sivurajoittimet, jotka ovat yksisuuntaiset. Ulkopuolisen hydrauliiikan pikaliittimissä on paineenpoistojärjestelmä, joka helpottaa letkujen irrotusta. Hydrauliiikkaventtiilejä on enintään kahdeksan, joista enintään viisi takana. Digitaalisen ELC-järjestelmän vetovastussäätöä mainostetaan tarkaksi, mikä aikaansaa paremman painonsiirron ja pidon, vähemmän luistoa ja renkaankulumista sekä pienemmän polttoaineenkulutuksen.

Nostolaitteelle on vakiovarusteena sähköinen ELC ohjaus, jota mainostetaan tarkaksi ja välittömästi reagoivaksi, mikä varmistaa tarkan työsyvyyden ja vetovastuksen säädön. Hallintalaitteet ovat varustelutasosta riippuen joko konsolissa tai käsinojan ohjausyksikössä, joilla voidaan ohjata nostolaitteen laskua/nousua ja työsyvyyttä/työkorkeutta. Informaatio löytyy 7 tuumaiselta näytöltä, jossa ei ole kosketusominaisuutta (Koneviesti 3/2017, s. 47). Traktorin oikeanpuoleisen konsolin

hallintalaitteilla voidaan hallita myös nostolaitteen asento-, sekoitus- ja vetovastussäätöä, pikalaskua, laskunopeutta, maksiminostokorkeutta ja aktiivista nostolaitteen jousitusta. (Turun Konekeskus Oy 2019a)

3.3 John Deere 6145M

John Deere 6145M -traktori on 6M-sarjan nelisylinterisistä tehokkain, moottorin nimellistehon ollessa 107 ja suurimman tehon 113 kilowattia. Traktorin massa on ilmoitettu toimituskunnossa perusvarusteltuna ja on 6200 kg. Traktorin takanostolaitteen maksiminostokyky kiinnityskourien kohdalla on 6000 kg tai lisävarusteena 6800 kg. Niin ikään lisävarusteena saatavan etunostolaitteen nostokyky on 4000 kg.

Hydraulijärjestelmä on suljettu ja paineen tunnistava tai lisävarusteena saatava paineen ja virtaaman tunnistama järjestelmä. Vakiona hydraulipumpun tuotto on 80 litraa minuutissa, ja lisävarusteena 114 l/min.

Nostolaitteen hallinta ja vetovarsien painonsiirron tunnustelu on sähköinen. Tarvittavat säädöt löytyvät tablet-tyyppiseltä ajotietokoneelta ja nostolaitteen hallintaan on myös pikakäyttövipu. Vetovarret on varustettu pikakiinnityskourilla ja ovat tyyppiä CAT 3. Muita ominaisuuksia ovat kuljetusasennon jousto ja iTEC-päisteautomatiikan lukuisat toiminnot. Nostolaitteen nostosylinterit sijaitsevat peräkotelon ulkopuolella. (Hankkija Oy 2019)

3.4 Vertailu esimerkkitraktorien välillä

Kolmen esimerkkitraktorin nostolaittekonstruktiot muistuttavat hyvin pitkälle toisiaan. Kaikki traktorit ovat 4-sylinterisiä, moottoriteholtaan noin 110 kilowattisia ja niiden massa on noin 6000 kg. Nostolaitteen hallinta on kaikissa toteutettu sähköisesti. Vetovastustunnustelu on vetovarsissa, jotka ovat CAT 3 -tyyppiä ja varustettu pikakiinnityskourilla. Nostosylintereitä on kaksi ja sijaitsevat peräkopan ulkopuolella. Hydraulinen kaltevuudensäädin ja työntövarsi ovat lisävarusteita, kuten myös etunostolaite. Edullisemmissa malleissa hydraulijärjestelmä on avoin ja huippumalleissa kuormantunteva.

Eroavaisuudet löytyvät lähinnä nostovoimasta ja käyttöliittymistä. Suurin nostokyky on Massey-Fergusonin Dyna-VT -versiossa ollen 9600 kg ja pienin John Deeren perusmalleissa (6000 kg). Kun Valtrassa nostokyky oli suurimmillaan 7950 kg, voidaan Massey-Fergusonin nostovoiman todeta olevan selvästi kilpailijoitaan suurempi tässä kokoluokassa. Toisaalta voidaan myös todeta John Deeren 6M-sarjan traktoreiden nostovoiman olevan selvästi heikoin. Myös hydraulipumpun tuotoissa John Deere on selvästi heikoin, kun se maksimissaan on 114 l/min. Valtrassa tuotto on suurimmillaan 200 ja Massey-Fergusonissa 190 litraa minuutissa.

Vesterinen ym. (2017, s. 25) kehuvat John Deeren nostolaitetta mukavaksi käyttää. Tablet-tyyppiseltä näytöltä näkyviä säätömahdollisuuksia sanotaan selkeiksi. Kehuja saa myös syvyydensäätörulla, joka on ympäripyörivää mallia. Tämä ehkäisee nostolaitteen yllättäviltä liikkeiltä nostolaitetta aktivoitaessa, jos rulla on vahingossa säädetty väärään asentoon. Massey-Fergusonin käyttöliittymästä kerrotaan (s. 46), että lähes kaikki on säädettävissä kuljettajan mieleiseksi, mutta että useat toiminnot ovat vaikeasti löydettävissä tai vaikeaselkoisia. Esimerkkinä tästä kerrotaan muun muassa nostolaitteen aktivointi. 7 tuumaiselle on ahdettu paljon informaatiota pienellä prantilla, eikä konsolin painikkeilla liikkuminen ikkunassa ole luontevaa (s. 47). Valtran hydraulikka ei Vesterisen ym. (s. 41) mukaan vaadi turhaa perehtymistä, mutta nostolaitteen painikkeen merkinnät eivät välttämättä aukea kuljettajille, joille painikkeen toiminta ei ole tuttua.

Vertailun vuoksi Massey-Fergusonin pienimmässä 4700-sarjassa nostolaitteen nostokyky on 3000 kg, vetovarret tyyppiä KAT 2 ja ohjausjärjestelmänä sähköinen ELC. Painonsiirto on toteutettu työntövarsitunnustelulla. Traktoreiden moottoritehot ovat välillä 55 – 70 kW ja massa vakiovarustein kuljettajineen ja täysine tankkeineen 3900 kg. (Turun Konekeskus Oy 2019b) Suurimassa 8700S -sarjassa moottoritehot ovat välillä 201 – 298 kW ja vähimmäispaino 10800 kg. Takanostolaitteen nostokyvyksi ilmoitetaan 12000 kg ja etunostolaitteelle 5000 kg. Nostolaitteen ohjausjärjestelmä on sama ELC. Varustukseen kuuluu kaksoisnostovarret ja kaksoistelekoopisivurajoittimet. Vakiona on myös Active Transport Control, joka vaimentaa raskaista työkoneista aiheutuvia iskuja tien päällä tai päisteissä. Vetovarret ovat tyyppiä KAT 3 tai 4. (Turun Konekeskus Oy 2019c) Tämän perusteella voidaan todeta noin 110 kilowattisten traktoreiden olevan erityisen suorituskykyinen luokka myös nostolaitteen nostovoiman osalta. Toisaalta on nähtävissä, että nostolaitteiden ominaisuudet ovat hyvin samankaltaisia sekä eri valmistajien, että saman merkin eri mallistojen välillä.

4 YHTEENVETO

Harry Ferguson keksi nostolaitteen lähes 100 vuotta sitten, mikä mullisti traktorien valmistuksen ja niiden työkäytön. Siihen nähden on hämmästyttävää, kuinka muuttumattomana keksintö on pysynyt aikojen saatossa. Myöskään lähitulevaisuudessa nostolaitetekniikassa tuskin on tapahtumassa radikaaleja muutoksia, sillä nostolaite on nykymuodossaan erittäin toimiva ratkaisu ja rakenteen muutos tarkoittaisi myös kytkettävien työkonoiden päivittämistä uuteen konstruktion sopiviksi.

Ensimmäistä prototyyppiä lukuun ottamatta nostolaiteratkaisut perustuvat yhä kahteen vetovarteeseen, ja niiden yläpuolella olevaan työntövarteen, jotka muodostavat työkonoiden kytkentäkolmion. Vetovarsien nostoliike tuotetaan hydraulisesti, ja työntövarsi on kolmantena tukipisteenä. Yhtä lailla nykyiset järjestelmät sisältävät periaatteeltaan vastaavat asento- ja vetovastussäädöt kuin alkuperäisessä Harry Ferguson systeemissä.

Nostolaitteessa tapahtunut kehitys on erityisesti pyrkinyt helpottamaan kuljettajan työtä. Mekaanisten käyttövipujen korvaaminen sähköisellä hallinnalla on johtanut kevyempään, monipuolisempaan ja tarkempaan käsiteltävyyteen. Lisäksi se on antanut vapauden hallintakytkimien sijoittamiseen sekä mahdollistanut automatisoinnin. Vetovarsien pikakourat ja teleskooppijatkot, hydrauliset työntövarret ja kaltevuudensäätimet sekä hallintapainikkeet takalokasuojassa ovat auttaneet työkonoiden kiinnittämisessä ja käytössä. Kuljettajan säästämiseksi on kehitetty muun muassa heilahduksenvaimentimet vetovarsiin. Myös nostovoima ja tehokkuus on kasvanut runsaasti alkuajoista traktoreiden ja tilakokojen kasvaessa. Koneiden kasvaessa vetovastuksen tunnistelu vaihtui työntövarresta vetovarsiin, ja sittemmin mekaaninen tunnistelu korvattiin antureilla. Työntövarsitunnustelua tosin käytetään yhä pienimmissä traktoreissa.

Ehkäpä suurin rakenteellinen muutos tapahtui, kun nostosylinterit konstruointiin nostovoimien kasvaessa taka-akseliston ulkopuolelle. Alkuperin nostosylintereitä oli vain yksi, ja se oli konstruoitu nostolaitteeseen taka-akseliston sisäpuolelle. Traktorivalmistajien edullisemmissä mallistoissa käytetään yhä perinteistä avointa hydraulijärjestelmää ja vakioilavuuspumppuja, mutta sen rinnalle tullutta kuormantuntevaa hydraulikkaa käytetään yleisesti varsinkin tehokkaammissa traktorimalleissa. Luonnollisesti myös hydraulipumppujen tuotot ovat kasvaneet.

Tehojen kasvaminen on vaatinut myös suurempien CAT 3 ja 4 kolmipisteliitäntöjen yleistymisen, kun samalla ovat kasvaneet traktoreiden työkoneet. Työkäyttöä tehostanut myös yleistynyt etunostolaite, jonka avulla voidaan yhdellä ajokerralla tehdä kaksi työvaihetta. Etunostolaite on myös monipuolistanut traktoreiden työkäyttöä entisestään.

Nykyiset nostolaitekonstruktiot siis noudattelevat hyvin pitkälle alkuperäistä Harry Ferguson systeemiä, minkä perusteella voi sanoa sen olleen erittäin merkittävä keksintö. Nykyiset innovaatiot ovat olleet lähinnä käyttöliittymissä, joista esimerkiksi Valtran SmartTouch -kosketusnäytön kautta voidaan ohjelmoida nostolaitteen käyttöä ja parametrejä.

LÄHDELUETTELO

Aula E., Mikkonen P., 2008. Liikkuvan kaluston sähköhydrauliikka. Helsinki: Vammalan Kirjapaino Oy, 198 s. ISBN 978-952-13-3752-9

Ferguson Family Museum 2018, The Three Point Linkage [verkkodokumentti]. Kings Manor Freshwater Isle of Wight: Ferguson Family Museum. Saatavissa: http://www.ferguson-museum.co.uk/3_point.htm [viitattu 14.10.2018]

Hankkija Oy, 2019. Etusivu, Koneet, Traktorit, John Deere 6M-sarjan traktorit [verkkodokumentti]. Hyvinkää: Hankkija Oy. Saatavissa: <https://www.hankkija.fi/Koneet/Traktorit/john-deere-6m--sarjan-traktorit/john-deere-6155m/> [viitattu 6.10.2019]

Knaapi J., 2017. Etunostolaitteesta on moneksi – Painotusta ja nostoa. Koneviesti: Puolueeton tekninen ammattilehti, 65 (8) s. 30-31

Manni J., Riipinen T., Niskanen H., Karhu R. & Järvenpää M., 2009. Suomalaisen maatalouskoneeteollisuuden tila ja tulevaisuus. Tampere: Tampereen Yliopistopaino Juvens Print Oy, 100 s. ISBN 978-952-487-253-9

Morland A., Henshaw P., 2006. Traktorit Euroopassa. Tallinna: Alfamer Oy, 176 s. ISBN 952-472-047-7

Niemi M, 2019a. Valtra N124 HiTech tuote-esittely [video]. Kokkola: AGCO Suomi. Saatavissa: <https://www.youtube.com/watch?v=IEwai6KtxjI> [viitattu 6.10.2019].

Niemi M, 2019b. Valtra N174 Direct tuote-esittely [video]. Kokkola: AGCO Suomi. Saatavissa: https://www.youtube.com/watch?v=Yb8QN_pGqY8&t [viitattu 6.10.2019].

Niskanen H., 1985. Traktorit, työkoneet ja maatalouskoneet. Toinen painos. Helsinki: Painokaari Oy, 641 s. ISBN 951-30-5993-6

Niskanen H., Tiainen R., 1992. Maatalouden koneoppi 1. Viides painos. Tampere: Algraphics Oy, 170 s. ISBN 951-26-3702-2

Ojanen O. J., 1997. Traktorit Suomessa 1970-luvulle saakka – Ferguson ja Massey-Ferguson. Helsinki: Hakapaino Oy, 96 s. ISBN 952-5089-13-4

Pokkinen P., Tiainen R. (toim.), 1992. Maatalouden koneoppi 2. 2. painos, Rauma: Oy Länsi-Suomi, 239 s. ISBN 951-26-2743-4

SFS-ISO 730-1, 1996. Traktorit ja maatalouskoneet. Kolmipistekiinnitys. Kokoluokat 1, 2, 3 ja 4. Suomen standardoimisliitto SFS: 12 s.

Turun Konekeskus Oy, 2019a. Tuotteet, Massey-Ferguson, Mallisto, Traktorit, MF 6700S [verkkodokumentti]. Turku: Turun Konekeskus Oy. Saatavissa: <https://www.turunkonekeskus.fi/tuotteet/massey-ferguson/mallisto/traktorit/mf-6700-s.html> [viitattu 6.10.2019].

Turun Konekeskus Oy, 2019b. Tuotteet, Massey-Ferguson, Mallisto, Traktorit, MF 4700 [verkkodokumentti]. Turku: Turun Konekeskus Oy. Saatavissa: <https://www.turunkonekeskus.fi/tuotteet/massey-ferguson/mallisto/traktorit/mf-4700.html> [viitattu 6.10.2019].

Turun Konekeskus Oy, 2019c. Tuotteet, Massey-Ferguson, Mallisto, Traktorit, MF 8700S [verkkodokumentti]. Turku: Turun Konekeskus Oy. Saatavissa: <https://www.turunkonekeskus.fi/tuotteet/massey-ferguson/mallisto/traktorit/mf-8700-s.html> [viitattu 6.10.2019].

Valtra Oy Ab, 2019. Tuotteet, N-sarja, N154E [verkkodokumentti]. Suolahti: Valtra Oy Ab. Saatavissa: <https://www.valtra.fi/tuotteet/nsarja/n154e.html> [viitattu 6.10.2019].

Vesterinen T., Anttila T. & Oristo U., 2017. Isot neloset – 150-hevosvoimaiset traktorit vertailussa. Koneviesti: Puolueeton tekninen ammattilehti, 65 (3), s. 12-53